

Docket No.: P-0617

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Jong Keun SHIN, Woo Jin SONG,
Kyu Young HWANG, and Woong SEO

Serial No.: New U.S. Patent Application

Filed: December 1, 2003

Customer No.: 34610

For: IMAGE DISTORTION CORRECTING APPARATUS AND METHOD
THEREOF

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

U.S. Patent and Trademark Office
2011 South Clark Place
Customer Window
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03
Arlington, Virginia 22202

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the
following application:

Korean Patent Application No. 01150/2003 filed January 8, 2003.

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,
FLESHNER & KIM, LLP

Daniel Y.J. Kim
Registration No. 36,186

P.O. Box 221200
Chantilly, Virginia 20153-1200
703 502-9440 DYK/dak

Date: December 1, 2003

Please direct all correspondence to Customer Number 34610



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0001150
Application Number

출원년월일 : 2003년 01월 08일
Date of Application JAN 08, 2003

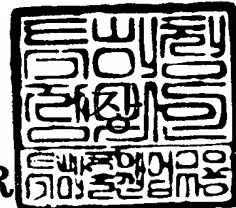
출원인 : 엘지전자 주식회사
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2003 년 02 월 26 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2003.01.08
【국제특허분류】	H04N
【발명의 명칭】	3 차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치
【발명의 영문명칭】	DIGITAL CONVERGENCE DEVICE BASED ON 3-D VIRTUAL SCREEN OF VIDEO DISPLAY SYSTEM
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	허용록
【대리인코드】	9-1998-000616-9
【포괄위임등록번호】	2002-027042-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신종근
【성명의 영문표기】	SHIN, Jong Keun
【주민등록번호】	600815-1670611
【우편번호】	730-909
【주소】	경상북도 구미시 도량1동 759번지 미광아파트 101동 801호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송우진
【성명의 영문표기】	SONG, Woo Jin
【주민등록번호】	561028-1009110
【우편번호】	135-280
【주소】	서울특별시 강남구 대치동 511 한보미도맨션 106동 803호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황규영
【성명의 영문표기】	HWANG, Kyu Young

【주민등록번호】	761215-1914312
【우편번호】	613-809
【주소】	부산광역시 수영구 광안4동 541-38
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	서웅
【성명의 영문표기】	SEO, Woong
【주민등록번호】	770701-1533719
【우편번호】	790-330
【주소】	경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공대
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 허용록 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	28 면 28,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	14 항 557,000 원
【합계】	614,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 영상 디스플레이 기기의 영상왜곡 보정장치에 관한 것으로서, 영상 디스플레이 기기에 입력되는 영상을 왜곡 보정정보를 기반으로 역왜곡하여 디스플레이해 줌으로써 컨버전스 요크를 사용하지 않고 디지털 영상처리 기법에 의해 영상 왜곡을 보정해 줄 수 있도록 한 영상 왜곡 보정장치에 관한 것이다.

본 발명은 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 영상 왜곡의 보정을 수행한다. 본 발명은 투사형 영상 디스플레이 기기에서 키스톤 왜곡과 핀쿠션 왜곡을 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 수학적으로 모델링하고, 이를 통하여 구한 키스톤 및 핀쿠션 역왜곡 정보(파라미터)를 이용해서 역 키스톤 왜곡 영상 및 역 핀쿠션 왜곡 영상정보를 원 영상에 대하여 적응적으로 변환시켜 줌으로써, 투사형 영상 디스플레이 기기에서 나타나는 키스톤 및 핀쿠션 왜곡을 보정한다.

【대표도】

도 5

【색인어】

투사형 TV, 영상왜곡, 보정, 키스톤 왜곡, 핀쿠션 왜곡



【명세서】

【발명의 명칭】

3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치{DIGITAL CONVERGENCE DEVICE BASED ON 3-D VIRTUAL SCREEN OF VIDEO DISPLAY SYSTEM}

【도면의 간단한 설명】

도1은 투사형 TV 수상기의 광학 왜곡을 설명하기 위한 도면

도2는 투사형 TV 수상기에서 격자 영상을 이용한 핀쿠션 왜곡 및 키스톤 왜곡을 표현한 도면

도3은 종래의 컨버전스 요크를 이용한 영상왜곡 보정장치의 블록도

도4는 본 발명에 따른 역왜곡 보정기법의 개념을 설명하기 위한 블록도

도5는 본 발명에 따른 영상 왜곡 보정 시스템의 블록도

도6은 본 발명에서 왜곡 모델링에 의한 왜곡 보정 알고리즘의 개략도

도7은 본 발명의 컨버전스 왜곡 보정방법 설명을 위한 핀쿠션 왜곡 현상을 나타낸 도면

도8은 본 발명에서 가상 평면(virtual surface) 모델링을 나타낸 도면

도9는 본 발명에서 키스톤 왜곡 모델링을 나타낸 도면

도10은 본 발명에서 가상 스크린 처리방법의 플로우차트

도11은 본 발명에서 실리콘 컨버전스 장치의 입출력 관계를 나타낸 블록도

도12는 본 발명에서 영상의 좌표 생성 순서를 나타낸 계통도

도13은 본 발명에서 영상의 저장 방법을 나타낸 도면

도14는 본 발명에서 메모리의 리드/라이트 타이밍 관계를 나타낸 도면

도15는 본 발명에서 1차원 신호 보간의 개념을 설명하기 위한 도면

도16은 본 발명에서 최근접 보간의 개념을 설명하기 위한 도면

도17은 본 발명에서 2차원 최근접 보간의 개념을 설명하기 위한 도면

도18은 본 발명에서 선형 보간의 개념을 설명하기 위한 도면

도19는 본 발명에서 보간 함수와 보간 함수의 푸리에(Fourier) 변환을 도식적으로 나타낸 도면

도20은 본 발명에서 선형 보간법의 개념을 도식적으로 나타낸 도면

도21은 본 발명에서 PC와 실리콘 컨버전스 장치의 인터페이스를 나타낸 도면

도22는 본 발명에서 왜곡 보정 전의 실험 영상의 예를 나타낸 도면

도23은 본 발명에서 왜곡 보정 후의 실험 영상의 예를 나타낸 도면

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

510: TV수상기 520: 역왜곡 정보 생성부

51a, 52b, 53c: 아날로그 비디오 신호

51b, 52b, 53b: 디지털 비디오 신호

54a, 54b, 54c: 아날로그/디지털 변환기

55a, 55b, 55c: 멀티플렉서

56: 왜곡 보정부 57: 투사영상 처리부

58: 스크린 59: 메모리



61: 변위 측정기 62: 기준 영상 생성부

63: 왜곡정보 추출부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<34> 본 발명은 영상 디스플레이 기기의 영상왜곡 보정장치에 관한 것으로서, 영상 디스플레이 기기에 입력되는 영상을 왜곡 보정정보를 기반으로 역왜곡하여 디스플레이해 줌으로써 컨버전스 요크를 사용하지 않고 디지털 영상처리 기법에 의해 영상 왜곡을 보정해 줄 수 있도록 한 영상 왜곡 보정장치에 관한 것이다.

<35> 특히 본 발명은 영상의 왜곡 정보를 3차원으로 모델링하여 영상 처리를 수행하는 가상 스크린 방법을 기반으로 하여 영상 왜곡을 보정할 수 있도록 한 영상 왜곡 보정장치에 관한 것이다.

<36> 영상 디스플레이 기기에서 발생하는 영상 왜곡 중에서 특히 투사형 텔레비전 수상기(Projection TV)의 경우 광학적 왜곡이 적지않은 문제가 된다. 투사형 TV에서 광학적 왜곡은 핀쿠션(Pincusion) 왜곡과 키스톤(Kestone) 왜곡으로 나눌 수 있다. 핀쿠션 왜곡은 CRT와 렌즈에 의해서 발생하며, 키스톤 왜곡은 거울을 통한 반사에 의해서 발생한다.

<37> 도1은 CRT를 이용한 투사형 TV수상기의 개략적인 구성 및 영상 왜곡을 설명하기 위한 도면으로서, 투사형 TV 수상기는 주요 구성요소로서, 입력 영상신호를 투사하기 위한 R,G,B CRT(렌즈를 포함)(11,12,13)와 상기 R,G,B CRT(11,12,13)에서 출력된 영상을 투



사하기 위한 반사경(14) 및, 상기 반사경(14)에 의해서 반사된 R,G,B 영상이 투사되는 스크린(화면)(15)을 포함하고 있다.

<38> 도1에 나타난 투사형 TV 수상기는 R,G,B CRT(11,12,13)에서 출사된 광이 반사경(14)에 의해서 반사되어 스크린(15)에 투사됨으로써 소정의 컬러 영상을 디스플레이하게 된다. 그러나 상기 투사형 TV 수상기의 스크린(15)에 디스플레이 되는 영상은 여러 개의 CRT들과 광학소자들에 의해서 영향을 받기 때문에 광학적 왜곡이 필연적으로 발생하게 된다. 즉, 스크린(15)에 랜딩되는 영상을 살펴보면 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 전자빔들의 궤적에서 알 수 있는 바와 같이 상기 CRT(11,12,13)의 배열 위치와 상기 반사경(14)의 반사 위치 사이의 관계에 따라 각각의 전자빔 궤적이 일치하지 않을 뿐만 아니라 중앙부, 가장자리부, 양단부, 상하 각각에서 비뚤어지거나 모난 모양의 전자빔 궤적이 나타나게 되고, 이에 따른 영상 왜곡이 필연적으로 나타나게 되어 화질을 떨어뜨리게 된다.

<39> 도2는 격자 영상(21)을 이용한 시뮬레이션을 통하여 키스톤 왜곡(22)만 존재할 때와 핀쿠션 왜곡(23)만 존재할 때, 그리고 키스톤 및 핀쿠션 왜곡이 모두 나타나는 결과 영상(24)에 대해서 표현하고 있다. 도1 및 도2에 표현된 바와 같이, 키스톤 왜곡은 반사경의 반사에 의해서 발생하는 왜곡이며 RGB 3개의 CRT(11,12,13)의 반사경(14) 입사각이 서로 다르기 때문에 3개 영상이 각각 다른 키스톤 왜곡 양상을 보인다는 특징이 있다. 핀쿠션 왜곡은 스크린(15)의 중심이 매우 중요한 요소로써 중심을 기준으로 상하, 좌우 대칭의 특징을 가지며, 중심에서 멀어질수록 왜곡의 정도가 더욱 심해지는 특징을 보인다.

<40> 따라서, 투사형 TV 수상기는 R,G,B 3개의 CRT가 동일한 위치에 놓여있지 않고 나란히 배열되어 있기 때문에 상기 핀쿠션 왜곡과 키스톤 왜곡의 정도가 영상의 상하좌우에 따라 달라지고, 3개의 색신호가 동일한 지점에 투사되지 않게 되며, 그에 따라 컬러 영상의 미스컨버전스(misconvergence)가 나타나게 되어 화질이 저하되는 문제점을 갖게 된다.

<41> 현재 사용하고 있는 상기 컨버전스 조정방법은 RGB 렌즈의 각각에 대해 편향 조절 전류를 만든 다음 이를 증폭시켜서 컨버전스 요크에 인가함으로써 전자빔의 도착점(Landing)을 제어하는 방법이다. 그러나 대형의 투사형 TV에서 발생하는 왜곡은 심각한 비선형적인 특성을 보이기 때문에 이러한 컨버전스 요크를 이용한 보정방법은 상당히 까다롭고, 조정 후에도 결과 영상의 높은 해상도를 보장하기 어렵다. 더구나 컨버전스 요크의 인가 전류를 구하기 위해서는 비선형성을 갖는 제어신호를 발생시켜야 하고, 증폭기도 필요하여 까다로운 연산과 장치가 요구된다. 또한 컨버전스 요크를 사용한 보정은 전류 조절을 통한 자계 조절을 이용하기 때문에 지자계의 영향을 받아 시간이 지나면 재조정이 불가피하게 되는데, 이러한 경우 제품을 다시 생산라인으로 회수하여 수행할 수밖에 없으므로 사용자뿐만 아니라 생산자의 입장에서 비효율적이다.

<42> 도3은 기존의 컨버전스 요크를 이용한 영상 왜곡 보정장치의 구성을 보여준다. 도3에 나타난 바와 같이 입력 영상(31)을 CRT(32)를 통해서 투사 광학계(34)를 통해 스크린에 투사할 때, 컨버전스 요크(Convergence Yoke(CY))(33)에서 편향 전류를 조절해 줌으로써 보정된 영상(35)을 얻어서 이를 투사해 주는 방법이다.

<43> 앞서 기술한 바와 같이 컨버전스 요크를 이용한 왜곡 보정장치는 컨버전스 요크와 같은 코일 뭉치들을 CRT에 설치하고, 상기 컨버전스 요크에 수평 및 수직 방향의 적절한

보정 전류를 인가하여 전자빔의 경로를 조정함으로써 광학적 왜곡을 보정하고 색신호의 컨버전스를 조절한다. 그러나, 상기 컨버전스 요크를 이용한 왜곡 보정장치는 투사형 TV 수상기에서 발생하는 영상 왜곡이 비선형적인 특성을 갖기 때문에 컨버전스 요크에 인가해 주는 전류를 구하기 위해서 비선형성을 갖는 제어신호를 발생시켜야 하고, 상기 전류를 증폭하기 위한 증폭회로를 구비해야 하며, 까다로운 연산 알고리즘을 기반으로 해야 한다.

<44> 또한, 컨버전스 조정 전류를 조절함에 따라 그 자계를 변화시켜 왜곡을 보정하기 때문에, 일단 제품 출하 단계에서 왜곡 보정이 완성된 상태라고 하더라도, 실제 기기가 사용되는 환경에 따라 지자계의 영향을 받게되어 상기 출하시 조절된 보정 상태를 계속 유지한다는 보장을 할 수 없고, 또한 왜곡 보정 알고리즘 자체를 수정하여 상기 왜곡 보정장치들을 수정할 수도 없기 때문에 결국 투사형 TV의 사용이 지속될수록 왜곡은 점점 더 커지고, 이에 따른 화질 및 품질 저하를 방지할 수 없었다.

<45> 한편, CRT 기반의 투사형 TV뿐만 아니라, 근래에는 LCD 기반의 투사형 TV가 보급되고 있는데, LCD의 경우는 CRT에 비하여 차지하는 공간이 작고 무게가 가벼워서 이동이 용이할 뿐만 아니라 CRT로는 불가능한 벽걸이형 TV를 가능하게 하는 장점이 있다. 또한 LCD의 경우는 전력 소모량이 CRT에 비하여 작기 때문에 경제적인 면에서도 효율적이다. 그렇지만 앞서 설명한 컨버전스 요크를 이용한 광학적 왜곡 보정 방법은 LCD에는 적용할 수 없기 때문에 LCD 기반의 투사형 TV에는 컨버전스 요크를 이용한 보정방법을 대체할 수 있는 왜곡 보정수단이 요구되고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <46> 본 발명의 목적은 컨버전스 요크를 이용하지 않고 영상 왜곡을 보정하여 고품질, 고품위의 화질을 보장할 수 있도록 한 투사형 영상 디스플레이 기기의 영상 왜곡 보정장치를 제공하는데 있다.
- <47> 특히 본 발명은 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 3차원 가상 스크린을 기반으로 하여 수학적으로 모델링하고, 이 모델링된 결과를 토대로 하여 영상에 대하여 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 보정하기 위한 보정 데이터(보정 파라미터)를 생성하고, 이 보정 파라미터에 의해서 입력 영상을 역왜곡 처리한 후 투사가 이루어지도록 함으로써, 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡이 보정된 고품질, 고품위의 영상을 디스플레이할 수 있도록 한 투사형 영상 디스플레이 기기의 영상 왜곡 보정장치를 제공하는데 그 목적이 있다.
- <48> 본 발명의 또 다른 목적은 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 3차원 가상 스크린을 기반으로 하여 수학적으로 모델링하고, 이 모델링된 결과를 토대로 하여 영상에 대하여 키스톤 및 핀쿠션 왜곡을 보정하기 위한 보정 데이터(보정 파라미터)를 생성하여 이를 보정 메모리에 탑재하고, 이 보정 메모리를 투사형 영상 디스플레이 기기에 내장함으로써, 필요시 기기 자체에서 키스톤 및 핀쿠션 왜곡을 자유롭고 정밀하며 간편하게 조정 가능하도록 한 투사형 영상 디스플레이 기기를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <49> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치
- 는, 영상 왜곡을 보정하기 위한 기준 영상을 생성하는 기준 영상 생성수단, 스크린에 투사된 상기 기준 영상으로부터 화소의 R,G,B 좌표를 측정하는 변위 측정수단, 상기 측정

된 R,G,B 좌표값과 원 영상의 R,G,B 좌표값을 입력으로 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 그 왜곡 정보를 추출하는 왜곡 정보 추출수단, 상기 추출된 왜곡 정보를 이용하여 워핑 영상을 생성하여 원영상의 왜곡을 보정하는 왜곡 보정수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치이다.

<50> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 왜곡 정보 추출수단은 디지털 영상의 좌표를 생성하는 좌표 생성수단, 상기 생성된 좌표를 기반으로 하여 입력 영상의 저장 및 워핑된 영상의 출력을 수행하기 위한 메모리수단, 상기 디지털 영상의 화소 단위 보정이 이루어질 수 있도록 보간을 수행하는 영상 보간수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<51> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 왜곡 정보 추출 및 왜곡 보정은 키스톤 왜곡과 핀쿠션 왜곡의 보정을 번갈아 가며 상호 재귀적으로 수행하여 왜곡 보정 파라미터를 점진적으로 갱신함을 특징으로 한다.

<52> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 왜곡 정보 추출 및 왜곡 보정은 초기에 키스톤 왜곡에 대하여 선행하고, 키스톤 왜곡 보정된 영상을 투사하여 핀쿠션 왜곡을 보정하고, 다시 핀쿠션 왜곡 보정된 영상을 투사하여 키스톤 왜곡을 보정하는 방법을 번갈아 가며 상호 재귀적으로 수행하여 왜곡 보정 파라미터를 점진적으로 갱신함을 특징으로 한다.

<53> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 3차원 가상 스크린은 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수로 표현되는 것을 특징으로 한다.

- <54> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 3차원 가상 스크린은 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수를 복합한 형태의 함수로 표현되는 것을 특징으로 한다.
- <55> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 3차원 가상 스크린은 CRT에서 부터 스크린에 투사된 점을 연결하는 직선(전자빔의 궤적)과 왜곡없이 스크린에 투사되었다고 가정되는 투사점에서 상기 궤적과 만나는 점을 이은 가상의 3차원 평면인 것을 특징으로 한다.
- <56> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 3차원 가상 스크린은 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 함께 고려한 가상 스크린 식으로 수학적 모델링되어 있고, 초기 화 이후에 역왜곡 영상과 왜곡 보정 영상의 비교 결과에 따라 가상 스크린 수학적 모델링이 갱신되는 것을 특징으로 한다.
- <57> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 왜곡 정보의 추출 및 왜곡 보정이 홀수번째 프레임 메모리와 짝수번째 프레임 메모리를 이용해서 어느 한쪽이 저장될 때 다른 한쪽은 위핑된 영상을 출력하는 동작을 교대로 반복하는 것을 특징으로 한다.
- <58> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 영상의 보간은 1차원 보간법, 2차원 보간법, 선형 보간법, 최근접 보간법, 3차 보간법 중에서 선택되는 것을 특징으로 한다.
- <59> 또한 상기 본 발명의 영상 왜곡 보정장치에서, 상기 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하는 왜곡 보정은 해당 영상에 대하여 블록 단위로 수행됨을 특징으로 한다.

- <60> 또한 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 투사형 영상 디스플레이 기기는, 외부로부터 입력되는 영상신호를 디지털 신호로 처리하는 디지털 영상신호 처리수단, 상기 처리된 디지털 영상신호에 대하여 역왜곡을 수행하는 역왜곡 처리수단, 상기 역왜곡 처리를 위하여 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 마련된 역왜곡 정보를 저장하는 왜곡 보정 메모리수단, 상기 왜곡 보정 메모리 수단의 왜곡 보정 정보를 이용해서 상기 역왜곡 처리된 영상을 스크린에 투사하는 영상 투사수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 투사형 영상 디스플레이 기기이다.
- <61> 또한 상기 본 발명의 투사형 영상 디스플레이 기기에서, 상기 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 마련된 역왜곡 정보는 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수로 표현되는 것을 특징으로 한다.
- <62> 또한 상기 본 발명의 투사형 영상 디스플레이 기기에서, 상기 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 마련된 역왜곡 정보는 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수를 복합한 형태의 함수로 표현되는 것을 특징으로 한다.
- <63> 본 발명은 컨버전스 요크를 이용한 왜곡 보정방법의 단점과 제약을 극복하기 위하여, 필드(Field) 또는 프레임(Frame) 메모리에 저장되어 있는 영상신호를 렌즈에서 TV 화면에 투사되기까지의 왜곡을 고려해서 디지털 영상신호 처리를 통해 미리 오목하게 변형시키거나 또는 볼록하게 변형시키는 기법을 제안한다.
- <64> 이 방법은 우선 화면의 투사 과정 동안의 왜곡 과정을 수학적으로 모델화하고 이를 기초로 하여 프레임 메모리에 저장된 영상을 렌즈에서 스크린에 투사되기 전에 왜곡의 역과정을 거치게 함으로써 결과적으로 화면에 나타나는 보정된 영상은 프레임 메모리에 저장된 영상과 동일하게 하는 방법이다.

<65> 이와 같은 방법으로 영상 왜곡을 보정하면, 기존의 컨버전스 요크를 이용할 때 필요하였던 전류 조절장치를 사용하지 않기 때문에 전자기장의 영향이 적어 제품의 수명이 길어지고, 왜곡 보정된 영상 디스플레이를 어떤 환경, 어떤 시간에 대해서도 충분하게 보장할 수 있게 된다. 또한 영상 왜곡 보정 공정을 포함하는 제품 생산 단계에서의 작업성이나 생산성이 높아지고, 리모콘을 이용하여 왜곡에 관계된 파라미터를 조절할 수 있도록 함으로써 제품을 회수하지 않고도 전문가가 쉽게 재보정을 할 수 있는 기반도 제공할 수 있다.

<66> 도4는 본 발명에 따른 역왜곡 보정기법의 개념을 설명하기 위한 블록도로서, 입력 영상(41)은 영상 처리부(42)에서 역왜곡 영상처리를 거쳐서 CRT(43)에 인가되고, 역왜곡된 입력 영상이 CRT(43)에서 출사되어 투사 광학계(44)를 거쳐 보정된 영상(45)으로 스크린에 투사되도록 하는 것이다.

<67> 즉, 화면의 투사 과정 동안의 왜곡 과정을 수학적으로 모델화하고, 이를 기초로 영상 처리부내의 프레임 메모리에 저장된 영상이 CRT-렌즈에서 스크린에 투사되기 전에 왜곡의 역과정을 거치도록 한다는 것이다. 메모리에 저장된 영상을 $I(x,y)$ 라고 한다면 그 왜곡 과정을 수학적으로 모델화한 함수 T 를 고려할 때, 상기 역왜곡 과정을 $T[T^{-1}[I(x,y)]] = I(x,y)$ 로 표현할 수 있다는 것을 본 발명의 왜곡 보정 개념으로 설명할 수 있을 것이다.

<68> 따라서, 이후의 설명에서는 상기 역왜곡 보정 함수 T^{-1} 를 구하고 이를 하드웨어적으로 구현하며, 특히 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 상기 역왜곡 보정 함수 T^{-1} 를 모델화하고 이를 이용해서 구한 보정 파라미터를 적용하여 영상 왜곡을 보정하는 방법에 대해서 설명하게 될 것이다.

<69> [왜곡 보정 시스템]

<70> 도5는 본 발명에 따른 영상 왜곡 보정 시스템의 구성을 보여준다. 본 발명에 따른 영상 왜곡 보정 시스템은 크게 나누어 TV 수상기(510)와 역왜곡 정보 생성부(520)로 구분된다. TV 수상기(510)는 R,G,B 각각의 아날로그 비디오 신호(51a,52a,53a) 및 디지털 비디오 신호(51b,52b,53b)를 입력으로 하며, 상기 아날로그 비디오 신호는 각각 아날로그/디지털 변환기(54a,54b,54c)에 의해서 디지털 비디오 신호로 변환된다. 멀티플렉서(55a,55b,55c)는 아날로그/디지털 변환기의 출력 또는 디지털 비디오 신호를 선택하여 왜곡 보정부(56)에 인가한다. 왜곡 보정부(56)는 메모리(59)에 저장된 역왜곡 보정 정보(파라미터)를 토대로 하여 상기 입력 비디오 신호에 대한 키스톤 역왜곡 및 핀쿠션 역왜곡을 R,G,B 각각의 비디오 신호별로 수행한다. 키스톤 역왜곡 및 핀쿠션 역왜곡 처리된 영상은 투사영상 처리부(57)에 의해서 R,G,B 각각의 영상별로 스크린(58)에 투사된다. 이 때 투사영상 처리부(57)는 원래의 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 갖고 있으므로 상기 역왜곡된 영상이 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 거치게 되면 앞서 기술한 바와 같이 왜곡되지 않은 원래의 영상으로 복원된 상태로 스크린(58)에 투사되는 것이다.

<71> 이를 위하여 역왜곡 정보 생성부(520)가 키스톤 역왜곡 및 핀쿠션 역왜곡 정보를 생성하고 이를 메모리(59)에 저장하게 된다. 즉, 우선 R,G,B 기준 영상(격자 영상)을 기준영상 생성부(62)에서 생성하여 투사영상 처리부(57)에 인가해 준다. 그러면 기준 영상이 투사영상 처리부(57)를 거쳐 스크린(58)에 투사되었을 때 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡이 있는 영상으로 디스플레이 된다. 스크린(58)에 투사된 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡된 영상은 변위 측정기(61)에 의해서 왜곡 후의 R,G,B 화소 위치를 얻는다. 즉, R,G,B

각각에 대해서 기준 영상에서의 화소의 좌표(u,v)와 왜곡 후에 이동된 좌표(x,y)의 대응 관계를 얻게 되는 것이다.

<72> 이러한 기준 영상에서의 화소 좌표(u,v)와 왜곡 후에 이동된 화소 좌표(x,y)의 대응 관계는 기존의 컨버전스 요크를 이용한 왜곡 보정 작업을 통해 얻을 수도 있고, 화면에 좌표를 설정하여 수동으로 얻을 수도 있다.

<73> 다음에는 이와 같이 구한 화소 값(좌표)의 이동 관계를 통해 왜곡 정보 추출부(63)에서 영상 왜곡을 수학적으로 모델링한다. 영상 왜곡의 수학적 모델링은 영상 내의 화소 위치를 변환시켜 영상에 기하학적인 변환을 적용하는 영상 처리 기법인 이미지 워핑(Image Warping)을 사용한다. 영상은 워핑을 통해 회전, 이동, 확대, 축소되는데 이 과정은 상기 기준 영상에서의 화소 좌표(u,v)와 왜곡 후에 이동된 화소 좌표(x,y)의 관계식을 구하고 이를 이용하여 역왜곡 영상을 만들어내는 작업에 해당한다.

<74> 이와 같이 구한 역왜곡 정보는 TV 수상기(510)의 메모리(59)에 저장함으로써, TV 수상기(510)는 왜곡 보정 정보를 담고 있는 메모리(59)의 데이터를 이용해서 영상 투사시에 발생하는 왜곡을 예측하고 이를 역왜곡(Pre-warping)하는 것이다. 그러나, 일반적으로 기하학적 변환을 거친 후의 좌표 값은 정수 값을 갖지 않기 때문에 디지털 영상의 워핑은 보간(interpolation)이 필요하며, 또한 역왜곡 보정은 실제 투사되는 영상을 대상으로 행하여지므로 실시간 처리가 요구된다.

<75> 따라서, 지금부터는 앞서 기술한 본 발명의 투사형 영상 디스플레이 기기의 영상 왜곡 보정장치에서 키스톤 및 핀쿠션 왜곡 모델링과 왜곡 모델링에 의한 왜곡 보정 알고리즘, 가상 스크린 기법의 적용, 영상 왜곡 보정을 위한 보간기법에 대해서 각각 상세히 설명한다.

<76> [왜곡 모델링]

<77> 앞서 기술한 바와 같이 투사형 TV 수상기에서 발생하는 왜곡은 키스톤 왜곡과 핀쿠션 왜곡이므로, 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡에 관계하는 파라미터를 정확하게 추출할 수 있다면 왜곡의 역과정을 수행하는 상기 영상 위평을 통해 왜곡 보정을 수행할 수 있다.

<78> 다음의 수학식1은 원영상의 좌표(U,V), 임시좌표(X',Y',Z'), 왜곡된 영상의 좌표(X,Y), 파라미터(K)의 관계를 토대로 키스톤 왜곡을 모델링한 것이다.

<79>

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = K \begin{bmatrix} U \\ V \\ 1 \end{bmatrix} \text{ where } K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & 1 \end{bmatrix}$$

【수학식 1】 $X=X'/Z', Y=Y'/Z'$

<80> 다음의 수학식2는 원영상의 좌표(U,V), 임시좌표(X'Y',Z'), 왜곡된 영상의 좌표(X,Y), 파라미터(K)의 관계를 토대로 핀쿠션 왜곡을 모델링한 것이다.

<81>

$$\begin{aligned} \bar{U} &= U - C_x \\ \bar{V} &= V - C_y \\ r &= [\bar{U}^2 + \bar{V}^2]^{1/2} \\ X &= U + \bar{U} \cdot (K_0^u + K_u^2 r^2) \\ Y &= V + \bar{V} \cdot (K_0^v + K_v^2 r^2) \end{aligned}$$

【수학식 2】

<82> 상기 식1 및 식2와 같이 왜곡 파라미터를 추출하기 위해서는 TV 스크린에 나타난 최종 영상을 관측하여 특징점들의 변위를 파악해야 한다. 그러나 키스톤 왜곡과 핀쿠션 왜곡은 복합되어 나타나므로 키스톤 왜곡이 완전히 보정된 상태에서 좌표를 측정하여 핀쿠션 왜곡 파라미터를 구하거나, 반대로 핀쿠션 왜곡이 완전히 보정된 상태에서 좌표를 측정하여 키스톤 왜곡 파라미터를 구하는 것은 어렵다. 즉, 각각에 해당하는 파라미터들을 독립적으로 구하는 것은 어렵기 때문에 본 발명에서는 왜곡 보정을 대략적으로 수행

한 후, 키스톤 왜곡과 핀쿠션 왜곡 각각의 파라미터를 점진적으로 갱신하는 방법을 구사한다.

<83> 즉, 키스톤 왜곡의 경우 화면 전체에 걸쳐서 균일하게 존재하는 반면에 핀쿠션 왜곡의 경우는 스크린의 중심에서 멀어질수록 왜곡의 정도가 심하게 나타난다는 점에 착안하여, 스크린의 중심 부분에서 좌표를 구하여 왜곡 정도를 측정하면 키스톤 왜곡은 변함없이 존재하지만 핀쿠션 왜곡 정도는 미미하므로 이를 이용하여 비교적 정확한 키스톤 파라미터 값을 구할 수 있고, 이와 같이 대략적으로 추출된 키스톤 왜곡 파라미터를 이용하여 키스톤 왜곡 영상을 생성하고 이를 이용해서 키스톤 왜곡 보정을 선행하면 이 때 스크린에 나타나는 영상은 키스톤 왜곡이 어느 정도 보정된 영상이 나타나게 되므로, 이 영상에서 다시 좌표를 추출하여 핀쿠션 왜곡 파라미터를 구하는 방법을 반복하여 왜곡 파라미터 값을 갱신해 나가는 것이다.

<84> 즉, 키스톤 왜곡 파라미터를 구하고 이를 토대로 키스톤 왜곡 보정된 영상을 투사한 다음, 이로부터 다시 핀쿠션 왜곡 파라미터를 구하여 핀쿠션 왜곡 보정된 영상을 투사하고, 또 이로부터 다시 키스톤 왜곡 파라미터를 구하여 키스톤 왜곡 보정을 수행하는 방법을 반복하여 수행함으로써 바로 전 단계에서 구한 것 보다 항상 더욱 정확한 각각의 왜곡 파라미터 값을 구해나가는 방법을 사용하는 것이다.

<85> 도6은 이 과정을 보여준다. 그리드 이미지 즉, 격자영상을 투사하고 이로부터 키스톤 파라미터를 측정하여 역 키스톤 왜곡 보정을 하고, 역 키스톤 왜곡 보정된 영상을 이용하여 핀쿠션 파라미터를 측정하여 역 핀쿠션 왜곡 보정을 수행하고, 이와 같이 역 핀쿠션 왜곡 보정된 영상을 이용해서 키스톤 파라미터를 측정하여 역 키스톤 왜곡 보정을

수행하는 방법을 반복하여 수행함으로써, 최적의 키스톤 및 핀쿠션 역왜곡 보정 파라미터 값을 구하는 것이다.

<86> 한편, 위와 같은 키스톤 및 핀쿠션 왜곡의 교번적인 반복 갱신 기법은 식1 및 식2의 수행 알고리즘 및 역 왜곡 영상을 얻는 프로그램이 탑재된 전문 장비를 필요로 하므로, 일반 가정에서 왜곡 보정을 수행하기에는 어려움이 따르고, 하드웨어 제작 시에도 총 12개에 이르는 파라미터를 리모콘으로 반복하여 갱신하면서 왜곡을 보정하기는 무리가 있기 때문에 보다 간편한 인터페이스가 요구된다.

<87> 이를 위하여 본 발명에서는 인터페이스가 간단하도록 엘리베이션(elevation) 기법을 구현하였다.

<88> [엘리베이션 기법을 이용한 컨버전스 왜곡 보정방법]

<89> 1. 3차원 공간 좌표 상에서의 왜곡 모델링

<90> 도7에 나타낸 바와 같이 핀쿠션 왜곡만을 고려하였을 경우 공산상의 CRT(71) 한 점에서 전자빔을 2차원 상의 평면에 존재하는 스크린(72)의 각 화소에 주사하기 때문에 CRT(71)로부터 스크린(72)에 이르는 거리가 각각 다를 뿐만 아니라 주위의 전기장의 영향으로 인하여 빔이 휘어지는 효과가 발생하여 왜곡이 일어난다.

<91> 이 때 전자빔이 직진한다고 가정하면 CRT(71)에서 스크린(72)에 투사된 점을 연결하는 직선은 전자빔의 궤적을 나타내게 된다. 한편 왜곡없이 영상이 스크린에 투사되었다고 하였을 때 스크린에 나타나는 점에서 스크린에 수직으로 선을 그으면 위 전자빔의 궤적과 만나는 점이 존재한다. 영상 내의 모든 화소에 대하여 위와 같이 하여 찾은 점들을 연결하면 도7에 나타낸 바와 같이 CRT(71)와 스크린(72) 사이에 3차원의 가상 평면을

만들 수 있다. 즉, 이렇게 구한 3차원상의 평면을 알고 CRT(71)에서 실제 스크린(72)까지의 거리를 안다고 하면 핀쿠션 왜곡에 대한 정보를 얻을 수 있고, 이를 수학적으로 모델링하면 도8에 나타낸 바와 같이 표현될 수 있게 된다.

<92> 여기서 실제 스크린을 $z=0$, 즉 x - y 평면상으로 두고 상기 3차원의 평면을 핀쿠션에 의한 가상 스크린, $z=f_p(x,y)$ 라고 하였다. 도8에서 가상 스크린과 원 영상의 좌표, 왜곡된 후의 좌표의 관계식을 풀어보면, $(0,0,R)$ 과 $(x_0,y_0,f_p(x_0,y_0))$ 를 연결한 직선을 l_0 라고 할 때, l_0 와 x - y 평면의 교차점이 (u,v) 가 된다.

<93> **【수학식 3】**
$$u = \frac{-x_0 R}{f_p(x_0, y_0) - R}, v = \frac{-y_0 R}{f_p(x_0, y_0) - R}$$

<94> 상기 식3에서 알 수 있듯이 CRT(71)에서 실제 스크린(72)의 중심과의 거리를 나타내는 R 과 가상 스크린 $z=f_p(x,y)$ 가 주어지면 왜곡된 후의 좌표 (u,v) 를 얻을 있게 된다. 여기서 R 은 각 TV마다 주어지는 상수이므로 $f_p(x,y)$ 가 왜곡의 정보를 모두 갖고 있다는 것과 같은 의미가 된다. 예를 들어 임의의 화소에서 $f_p(x,y)$ 의 값이 R 보다 매우 작으면 상기 식3에서 $(u,v) \approx (x,y)$ 가 되어 왜곡이 거의 없다는 것을 알 수 있다. 같은 방법으로 키스톤 왜곡 모델링을 수행하면 도9와 같이 도식화될 수 있고 다음의 수학식4와 같이 표현될 수 있다. 즉, $(0,0,R)$ 과 $(x_1,y_1,f_k(x_1,y_1))$ 를 연결한 직선을 l_1 라고 할 때, l_1 과 x - y 평면의 교차점이 (u,v) 가 된다.

<95> **【수학식 4】**
$$u = \frac{-x_1 R}{f_k(x_1, y_1) - R}, v = \frac{-y_1 R}{f_k(x_1, y_1) - R}$$

<96> 위와 같이 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수 $z=f_p(x,y)$ 와 키스톤 왜곡의 가상

스크린 함수 $z=f_k(x,y)$ 는 일단 그 값이 정해지면 왜곡 후의 좌표는 같은 방법에 의해서 구해질 수 있다. 하지만 왜곡에 대한 각 함수의 형태는 그 특징에 의해 다르게 초기화된다. 즉, 도8 및 도9에 나타낸 바와 같이 편쿠션 왜곡은 광원에서의 거리 R에 크게 좌우되는 비선형적인 특성을 갖고 있고, 키스톤 왜곡은 반사경의 반사와 같은 선형적인 특징을 갖게 되기 때문에 왜곡에 따른 각각의 가상 스크린은 다음의 식5 및 식6과 같이 초기화된다.

<97> **【수학식 5】** $z=f_p(x,y)=R-\sqrt{R^2-x^2-y^2}$

<98> **【수학식 6】** $z=f_k(x,y)=ax+by+d$

<99> 상기한 바와 같이 본 발명에서는 3차원 가상 스크린을 토대로 하여 왜곡 파라미터를 모델링하여 구할 수 있는 기반을 제공하였다. 이와 같이 3차원 공간 좌표 상에 모델링하였을 때의 장점은 편쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수값과 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수값을 선형적으로 가산하기만 하면 각각의 왜곡을 모두 나타낼 수 있다는 점이다. 따라서, 모든 화소에 대하여 두가지 왜곡을 독립적으로 고려하지 않고 두 왜곡 식이 더해진 가상 스크린의 높이를 변화시켜 주기만 함으로써 왜곡을 보정할 수 있게 된다. 정확한 왜곡 보정을 위해서는 앞서 기술한 파라미터를 이용한 왜곡 보정방법과 같이 반복적으로 가상 스크린의 높이를 갱신시켜 주어야 한다. 따라서, 갱신되는 가상 스크린의 식을 F_n 이라고 하면 이를 다음의 수학식7과 같이 표현할 수 있게 된다.

<100> $F_0(x,y)=f_p(x,y)+f_k(x,y)=R-\sqrt{R^2-x^2-y^2}+ax+by+d$

【수학식 7】 $F_{n+1}(x,y)=F_n(x,y) \pm \Delta(x,y)$

<101> 상기 식7을 상기 식5 및 식6과 함께 고려한다면 최종적인 원영상의 좌표(x,y)와 왜곡된 영상의 좌표(u,v)는 다음의 식8과 같이 구할 수 있게 된다.

<102> **【수학식 8】**
$$u = \frac{-xR}{F_n(x,y)-R}, v = \frac{-yR}{F_n(x,y)-R}$$

<103> 도10은 지금까지 설명한 3차원 가상 스크린을 이용한 역왜곡 파라미터를 구하는 일련의 과정을 도식적으로 보여준다.

<104> 첫번째 단계(S101)는 원영상의 좌표(x,y)와 왜곡된 영상의 좌표(u,v)를 토대로 하여 3차원 가상 스크린 기법의 실행 초기단계이다. 다음 단계(S102)는 앞서 기술한 식6과 같이 가상 스크린을 초기화하는 단계이다. 다음 단계(S103)는 상기 초기화된 가상 스크린을 토대로 하여 역왜곡 영상 $I_p(x,y)$ 를 생성하는 단계이고, 다음 단계(S104)는 상기 생성된 역왜곡 영상을 토대로 하여 왜곡이 보정된 영상 $I_w(x,y)$ 을 출력하여 투사하는 단계이다. 다음 단계(S105)는 상기 스크린에 투사된 영상 $I_o(x,y)$ 과 왜곡 보정된 영상 $I_w(x,y)$ 을 서로 비교하여 일치하는지를 판별하는 단계이다. 두 영상 $I_w(x,y)$ 과 $I_o(x,y)$ 이 일치한다면 더 이상의 왜곡은 없는 경우이므로 종료단계(S107)로 이행하고, 그렇지 않은 경우에는 가상 스크린 갱신단계(S106)로 이행하여 상기 수학식6에 나타낸 바와 같이 가상 스크린을 갱신하고 단계(S102)로부터 반복하여 실행하는 것이다.

<105> 2. 왜곡 보정 영상의 생성

<106> 지금까지 설명한 바와 같이 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 역왜곡 파라미터를 구하고 이 것을 기반으로 해서 왜곡 보정을 수행하려면 왜곡 정보를 추출한 결과를 이용해서 기하학적 변환 함수 T를 구해야 하고, 이 함수 T에 의해서 역방향으로 워핑시

킨 영상을 생성해야 한다. 이 역방향으로 워핑된 영상을 역왜곡(pre-warping) 영상이라고 함은 앞서 기술하였다.

<107> 원 영상의 좌표(x, y), 왜곡된 영상의 좌표(u, v), 역왜곡된 영상의 좌표(u_{inv}, v_{inv}) 사이에는 다음의 식9와 같은 관계가 성립한다.

$$(x, y) = T[(u_{inv}, v_{inv})]$$

【수학식 9】 $(u, v) = T[(x, y)]$

<109> 이와 같이 역왜곡 영상을 구하기 위해서는 원 영상의 어떤 좌표가 역왜곡 영상의 화소 좌표로 워핑되었는가를 알아야 한다. 즉, 식9에서 (u_{inv}, v_{inv})를 함수 T에 의해 워핑시켰을 때 원 영상의 어떤 좌표에 해당하는가를 구하게 된다. 실제로 그렇게 구해진 좌표값은 앞서 설명하였듯이 정수값이 아닌 실수값을 가지게 되므로 보간(interpolation)이 필요하게 된다. 본 발명에 적용되는 보간 기법에 대해서는 후에 상세히 다룬다.

<110> 상기 식9에 나타낸 바와 같이 구한 역왜곡 영상을 투사 시스템을 통과시키게 되면 원래의 영상에 대한 왜곡이 보정된 영상으로 변환되어 출력됨은 앞서 설명한 바와 같다.

<111> 한편, 지금까지 설명한 역 왜곡 영상을 구하는 과정에서 계산되는 좌표는 실수 단위로 구해지므로 가상 스크린의 높이를 갱신하여 왜곡 보정 영상을 구할 때 이전 영상과 비교하여 한 화소 단위 이상 차이가 나지 않도록 해야 한다. 갱신되는 영상의 차이를 한 화소 단위 이하로 하기 위해서 본 발명에서는 스텝 사이즈($\Delta(x, y)$)를 영상의 현재 좌표와 현재의 가상 스크린의 높이 F_n 을 고려하여 다음의 수학식10과 같이 최대 반화소 이하로 한정하였다.

<112>
$$\Delta(x,y) = \frac{R^2 * \sqrt{M^2 + N^2}}{2(F_n(x,y) + R) * \sqrt{x^2 + y^2}}$$
 【수학식 10】

<113> 상기 수학식10을 상기 수학식7에 대입함으로써, 최종적으로 화소단위 처리를 가능하게 하는 가상 스크린 표현은 다음의 수학식 11과 같이 표현된다.

<114>
$$F_0(x,y) = f_p(x,y) + f_k(x,y) = R - \sqrt{R^2 - x^2 - y^2} + ax + by + d$$

$$F_{n+1}(x,y) = F_n(x,y) \pm \Delta(x,y) = \frac{R^2 * \sqrt{M^2 + N^2}}{2(F_n(x,y) + R) * \sqrt{x^2 + y^2}}$$
 【수학식 11】

<115> 상기한 바와 같이 영상의 왜곡 정보를 3차원으로 모델링하여 영상처리를 수행하는 가상 스크린 기법은 투사형 TV 수상기 뿐만 아니라 향후 LCD나 PDP 기반의 영상 디스플레이 장치에서도 적용될 수 있다. 또한 가상 스크린을 임의의 블록으로 나누어 처리할 수 있기 때문에 화질의 차이에 따라 왜곡 정보량을 조절하여 하드웨어의 구현에 유동적인 적용이 가능하고, 간단하게 가상 스크린을 변화시켜 왜곡 정보를 수정할 수 있으므로 하드웨어로 구현하였을 때 손쉽게 조작할 수 있도록 인터페이스를 제작할 수 있는 이점이 따른다.

<116> [실리콘 컨버전스 장치]

<117> 도11은 본 발명에서 실리콘 컨버전스 장치의 입출력 관계를 나타낸 블록도이다. 포맷 컨버터(111)에서 R,G,B 신호와 수평 동기신호(H-Sync), 수직 동기신호(V-Sync), 클록(Clk27M)이 실리콘 컨버전스 장치(112)에 제공되고, 실리콘 컨버전스 장치(112)는 상기 가상 스크린 기법을 토대로 하여 역왜곡 보정 영상을 생성하는 블록으로서 PLD, 예를 들면 FPGA로 구현될 수 있고, 실제 제품에 적용할 경우는 ASIC으로 풀-커스텀(Full_Custom) 방식을 취하는 것이 경제적으로나 기술적으로 일반적이다.

- <118> 포맷 컨버터(111)는 수직 주파수와 수평 주파수, 화소 주파수를 이용하여 2차원 좌표를 갖는 디지털 영상으로 R,G,B 영상신호를 변환한다. 실리콘 컨버전스 장치(112)는 입력된 디지털 R,G,B 영상신호를 상기 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 왜곡 분석과 그에 따른 역왜곡 정보를 생성하여 해당 R,G,B 신호를 포맷 컨버터(111)로 넘겨준다.
- <119> 따라서, 상기 실리콘 컨버전스 장치(112)는 디지털 영상의 좌표 생성, 저장, 그리고 앞서 기술한 바와 같이 보간(interpolation)을 수행하기 위한 각각의 구성요소를 포함하게 된다.
- <120> 도12는 본 발명에서 영상의 좌표 생성 순서를 나타낸 계통도로서, 영상의 실시간 처리를 위하여 27MHz의 클록을 입력으로 하고 프레임을 홀수 프레임과 짝수 프레임으로 나누어서 홀수번째 프레임이 영상 워핑이 수행되어 출력되고 있을 때 짝수번째 프레임은 프레임 메모리에 저장되고, 짝수 프레임이 영상 워핑이 수행되어 출력되고 있을 때 홀수번째 프레임은 프레임 메모리에 저장되는 과정이 반복적으로 이루어지며, 이를 위하여 도12에 도식화하여 보인 바와 같이 3개의 스테이지(S121,S122,S123)를 기본 구도로 하고 있다.
- <121> 먼저, 수직 동기신호(V-Sync)의 포지티브 에지(Positive Edge)를 카운트하여 홀수 프레임과 짝수 프레임을 결정한다. 그리고 도11에 나타낸 바와 같은 입력 신호들의 관계를 이용해서 영상의 좌표를 생성한다. 즉, 수직 동기신호(V-Sync)가 하이(high)인 구간에서 수평 동기신호(H-Sync)의 포지티브 에지는 수평 라인의 시작을 나타내고, 따라서 수평 동기신호(H-Sync)의 포지티브 에지를 카운트하여 수직 좌표를 만들어 낸다. 그리고 수직 동기신호(V-Sync)와 수평 동기신호(H-Sync)가 모두 하이일 때 클록(Clk_27MHz)은 화소의 수평 주파수를 나타내고 있다. 그러므로 Clk_27M의 포지티브 에지를 카운트하여

수평 좌표를 만들 수 있다. 또한 수직 동기신호(V-Sync)가 로우(Low)인 구간에서는 수직, 수평 좌표 모두 '0'으로 갱신되고, 수평 동기신호(H-Sync)가 로우인 구간에서는 수평 좌표만 '0'으로 갱신된다.

<122> 이와 같은 방법으로 디지털 영상신호의 2차원 좌표를 만들 수 있다.

<123> 좌표가 생성된 디지털 영상신호는 프레임 메모리에 저장되며, 도13은 본 발명에서 영상의 저장 방법을 도식화하여 보여주고 있다.

<124> 즉, 입력 영상 프레임(130)은 짝수 프레임과 홀수 프레임 각각이 교번하여 처리되는데, 앞서 기술한 바와 같이 홀수 프레임 메모리(131)에 홀수 프레임 영상이 저장될 때는 짝수 프레임 메모리(132)의 워핑된 영상이 출력되고, 짝수 프레임 메모리(132)에 짝수 프레임 영상이 저장될 때는 홀수 프레임 메모리(131)의 워핑된 영상이 출력됨으로써, 역왜곡 영상을 형성하게 된다(133).

<125> 본 발명에서는 홀수 프레임과 짝수 프레임의 빠른 저장과 액세스가 가능하도록 SRAM을 프레임 메모리로 사용하였다. 여기서 각 화소는 수직 좌표 9비트, 수평 좌표 10비트와 화소값 8비트 등 총 27비트의 데이터로 이루어지며, 본 발명의 실리콘 컨버전스 장치에 사용되는 SRAM은 어드레스 20비트와 데이터 8비트를 갖도록 설계함으로써 수직 좌표 9비트와 수평 좌표 10비트를 이용하여 어드레스를 만들고 화소값이 데이터가 되도록 하였다.

<126> 도14는 상기 프레임 메모리 즉, SRAM을 액세스하는 타이밍을 보여준다. 도14에서 (A)는 SRAM에 디지털 데이터를 라이트(Write)할 때의 타이밍이고, (B)는 디지털 데이터를 SRAM에서 리드(Read)할 때의 타이밍을 보여준다. 즉, Clk27M 신호가 하이인 구간에서

화소 좌표를 어드레스로 하여 SRAM에 넘겨주고 로우인 구간에서 화소값을 저장하며, SRAM에서 화소값을 읽어올 때는 네가티브 에지(Negative Edge)를 사용하여 화소값이 계산 과정에서 전파(Propagation)되는 것을 막아 준다. 그리고 SRAM에서 화소값을 읽기 전에 어드레스와 함께 데이터 버스(Data Bus)에 먼저 하이 임피던스를 넘겨주어 데이터 버스를 트라이 스테이트(Tri-State) 상태를 유지시켜 준다.

<127> [보간을 이용한 영상 워핑]

<128> 앞서 기술한 바와 같이 디지털 영상에서는 정수 좌표일 때의 화소값만 존재하므로, 영상 워핑을 통해 변환되는 실수 좌표값을 정확하게 일치하는 정수 좌표의 화소값으로 구하기 위한 보간이 필요하다.

<129> 도15는 본 발명에서 1차원 신호 보간의 개념을 설명하기 위한 도면으로서, 데이터 값이 동일한 간격으로 분포할 때 인접한 화소값을 이용해서 희망하는 화소값을 구하는 방법을 도식적으로 보여주고 있다.

<130> 원하는 임의의 화소값을 $f(x)$ 라고 할 때 $f(x) = \sum_{k=0}^{K-1} c_k h(x-x_k)$ 로 구할 수 있다. 여기서 h 는 보간 함수를 의미하며, K 개의 데이터(c_k)를 이용하여 특정한 좌표의 함수값을 구할 수 있음을 의미한다.

<131> 도16은 본 발명에서 최근접 보간의 개념을 설명하기 위한 도면이다. 최근접 보간은 인접한 데이터의 함수값을 그대로 사용하는 방법으로, 계산량이 가장 작은 방법이다. 도 16의 (A)는 보간 함수이고, (B)는 이를 푸리에(Fourier) 변환한 것을 도식화하여 보여주고 있다.

<132> 도16의 보간 기법은 다음의 수식식12와 같이 표현된다.

<133>

$$f(x)=f(x_k), \quad \frac{x_{k-1}+x_k}{2} \leq x \leq \frac{x_k+x_{k+1}}{2}$$

$$h(x)=1, \quad \text{if } 0 \leq \text{abs}(x) < 0.5$$

【수학식 12】

$$h(x)=0, \quad \text{if } 0.5 \leq \text{abs}(x)$$

<134>

상기 식에서 $\text{abs}(x)$ 는 x 의 절대값을 표현하며 이하 인용되는 모든 수식에서 abs 는 절대값을 표현한다.

<135>

도16에서 알 수 있듯이 최근접 보간 함수는 푸리에 변환에서 사이드 로브가 상당히 큰 비중을 차지함을 알 수 있다. 그 결과 두 주파수 응답 특성이 좋지 않은 단점을 가지고 있으며, 주변의 화소값을 그대로 사용하기 때문에 블록이 두드러지는 현상(blocky apprarance)이 발생하는 단점 또한 존재한다. 하지만 다른 보간법에 비해서 매우 간단하고 계산량도 적기 때문에 최근에는 그 사용량이 증가하고 있는 기법이다. 실제로 영상에서 사용되는 2차원 최근접 보간의 경우는 1차원과 마찬가지로 가장 가까운 주소에 있는 화소값만 이용하여 보간을 수행하며, 도17은 본 발명에서 2차원 최근접 보간의 개념을 도식적으로 보여주고 있다.

<136>

도18은 본 발명에서 선형 보간의 개념을 도식적으로 보여준다. 이 보간 방법은 2개의 입력 신호를 1차의 보간 함수를 사용하여 보간을 수행하는 방법이다. 도18에 나타난 선형 보간법은 다음의 수학식13과 같이 표현될 수 있고, 그 보간 함수는 수학식14와 같이 표현된다.

<137>

【수학식 13】

$$f(x)=f_0+[\frac{x-x_0}{x_1-x_0}](f_1-f_0)$$

<138>

$$h(x)=1-\text{abs}(x), \quad \text{if } 0 \leq \text{abs}(x) < 1$$

【수학식 14】

$$h(x)=0, \quad \text{if } 1 \leq \text{abs}(x)$$

<139> 선형 보간은 최근접 보간에 비하여 주파수 응답 특성이 거의 저역 필터에 가깝기 때문에 더 우수한 성능을 보인다. 또한 계산 과정도 비교적 간단하다. 도19는 본 발명에서 선형 보간 함수와 보간 함수의 푸리에(Fourier) 변환 즉, 주파수 응답 특성을 도식적으로 보여주고 있다.

<140> 2차원 선형 보간은 최근접 보간법과는 달리 인접해 있는 4개의 화소 값을 모두 이용하여 인접해 있는 화소와의 거리에 따라 가중치를 줌으로써 보간을 수행한다. 따라서 최근접 보간법보다 계산량이 다소 많아지기는 하지만 최근접 보간법을 제외한 나머지 보간법에 비해 비교적 간단하며 계산량도 그리 많지 않은 장점이 있다. 따라서 영상 워핑에 이용할 때 바람직한 보간법으로 적용할 수 있다. 도20은 본 발명에서 2차원 선형 보간법의 개념을 도식적으로 보여주고 있다.

<141> 여기서 구하고자 하는 화소값 $f(x,y)$ 은 $\Delta x = x - [x]$, $\Delta y = y - [y]$ 라고 할 때 다음의 수학식15로 표현된다.

$$f(x,y) = (1-\Delta x)(1-\Delta y) \cdot f([x],[y]) + \Delta x \cdot (1-\Delta y) \cdot f([x]+1,[y]) + (1-\Delta x) \cdot \Delta y \cdot f([x],[y]+1) + \Delta x \cdot \Delta y \cdot f([x]+1,[y]+1)$$

【수학식 15】

<143> 지금까지 설명한 최근접 보간이 0차, 선형 보간이 1차 보간함수를 사용하여 보간을 수행한다면 3차 보간법은 3차의 보간 함수를 사용하여 보간을 수행한다. 다음의 수학식 16은 3차 보간함수를 표현한다.

$$h(x) = a_{30}abs(x)^3 + a_{20}abs(x)^2 + a_{10}abs(x) + a_{00}, \text{ if } 0 \leq abs(x) < 1$$

$$h(x) = a_{31}abs(x)^3 + a_{21}abs(x)^2 + a_{11}abs(x) + a_{01}, \text{ if } 1 \leq abs(x) < 2$$

【수학식 16】 $h(x)=0, \text{ if otherwise}$

<145> 여기서 a_{ij} 는 상수로서 다음과 같은 조건을 만족하도록 그 값이 결정되어야 한다.

- <146> 1. $h(0)=1$, $\text{abs}(x)=1,2$ 일때 $h(x)=0$ 이어야 한다.
- <147> 2. h 는 $\text{abs}(x)=0,1,2$ 일때 연속이어야 한다.
- <148> 3. h 는 $\text{abs}(x)=0,1,2$ 일때 1차 미분이 연속이어야 한다.
- <149> 지금까지 설명한 보간 방법 중에서 실리콘 컨버전스 장치에 적합한 보간 방법의 선택은 앞서 설명한 계산량과 화소값의 정확성에 더하여 계산 과정에 필요한 하드웨어의 복잡성과 동작 속도를 고려해야 한다.
- <150> 상기 최근접 보간의 경우 필요한 화소는 1개이므로 1개의 프레임 메모리를 사용하여 한번의 액세스로 계산을 수행할 수 있다. 그러므로 SRAM의 개수가 적어 보드의 파워를 적게 소모하고 속도가 빠르다. 또한 메모리 액세스 주파수를 27MHz로 할 수 있기 때문에 회로가 안정적으로 동작할 수 있다. 하지만 고주파에 해당하는 글자나 가는 선이 있는 영상의 경우는 화질의 열화가 크다는 단점이 있다.
- <151> 선형 보간을 사용하는 경우는 필요한 화소의 개수가 4개이고, 따라서 하드웨어의 동작 속도와 구조의 트레이드 오프(trade-off)를 고려하여 다음과 같은 3가지 방법으로 구현할 수 있다.
- <152> 첫번째 방법은 4개의 프레임 메모리를 사용하여 한번 액세스하는 경우로서 메모리 액세스 주파수는 27MHz이고 데이터 저장 버퍼는 필요하지 않다. 두번째 방법은 2개의 프레임 메모리를 사용하여 두번 액세스하는 경우이고 메모리 액세스 주파수는 54MHz이며 2개의 데이터 저장 버퍼가 필요한 경우이다. 세번째는 1개의 프레임 메모리를 사용해서 4번의 액세스를 수행하는 경우이고 메모리 액세스 주파수는 108MHz이며 4개의 데이터 저장 버퍼가 요구된다.

<153> 그런데 메모리 액세스 주파수가 과도하게 높은 경우는 곤란하고 또 프레임 메모리 수의 증가도 적지않은 문제를 야기시키므로 본 발명에서 사용하는 SRAM의 경우는 선형 보간 이상의 고차 보간 방법은 적절하지 않을 수도 있다. 하지만 SRAM을 사용하거나 회로를 ASIC으로 구현하였을 때 속도가 현저하게 증가하게 되어 선형 보간 등의 고차 보간 방법을 적용할 수 있고, 이를 통한 화질 열화 방지가 가능하게 된다.

<154> [인터페이스]

<155> 도21은 본 발명에서 PC와 실리콘 컨버전스 장치의 인터페이스를 나타낸 도면이다. 본 발명에서 토대가 되는 가상 스크린 기법은 영상을 원하는 정도에 따라 여러 개의 블록으로 나누어 왜곡 영상의 세부 조정이 가능함을 기술하였다. 이를 위하여 실리콘 컨버전스 장치는 도21에 나타낸 바와 같이 PC(211)나 노트북 컴퓨터의 병렬포트(213)를 이용해서 실리콘 컨버전스 장치(212)에 의한 왜곡 보정 정보를 쉽게 조정할 수 있도록 하였다. 영상의 세부 조정을 위한 윈도우 프로그램을 구현하기 쉽고, 이를 이용해서 R,G,B 각 영상에 따라 각각 다른 왜곡 현상을 보이는 것에 쉽게 적응할 수 있으며, R,G,B 각 영상에 따라 독립적으로 왜곡 보정을 수행하기도 쉽다.

<156> 도22는 본 발명에서 왜곡 보정 전의 실험 영상의 예를 나타낸 도면이고, 도23은 본 발명에서 왜곡 보정 후의 실험 영상의 예를 나타낸 도면으로서, 상기 도22 및 도23에서 알 수 있듯이 본 발명의 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하는 왜곡 영상 보정이 매우 유용하고 효과적으로 작용함을 알 수 있다.

【발명의 효과】

<157> 본 발명은 투사형 영상 디스플레이 기기에서 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 디지털 신호 처리를 통해 효과적으로 보정한다. 또한, 별도의 컨버전스 요크를 사용하지 않고도 영상 워핑을 통해 영상 왜곡 보정이 가능하므로 영상 디스플레이 기기의 경량화에 기여할 수 있음은 물론, 디지털 신호 처리 기술을 기반으로 하기 때문에 기기의 모델 변경이나 설계변경, 환경 적응성이 뛰어난 영상 왜곡 보정장치를 제공할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

영상 왜곡을 보정하기 위한 기준 영상을 생성하는 기준 영상 생성수단, 스크린에 투사된 상기 기준 영상으로부터 화소의 R,G,B 좌표를 측정하는 변위 측정수단, 상기 측정된 R,G,B 좌표값과 원 영상의 R,G,B 좌표값을 입력으로 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 그 왜곡 정보를 추출하는 왜곡 정보 추출수단, 상기 추출된 왜곡 정보를 이용하여 워핑 영상을 생성하여 원영상의 왜곡을 보정하는 왜곡 보정수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 왜곡 정보 추출수단은 디지털 영상의 좌표를 생성하는 좌표 생성수단, 상기 생성된 좌표를 기반으로 하여 입력 영상의 저장 및 워핑된 영상의 출력을 수행하기 위한 메모리수단, 상기 디지털 영상의 화소 단위 보정이 이루어질 수 있도록 보간을 수행하는 영상 보간수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 왜곡 정보 추출 및 왜곡 보정은 키스톤 왜곡과 핀쿠션 왜곡의 보정을 번갈아 가며 상호 재귀적으로 수행하여 왜곡 보정 파라미터를 점진적으로 갱신함을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 왜곡 정보 추출 및 왜곡 보정은 초기에 키스톤 왜곡에 대하여 선행하고, 키스톤 왜곡 보정된 영상을 투사하여 핀쿠션 왜곡을 보정하고, 다시 핀쿠션 왜곡 보정된 영상을 투사하여 키스톤 왜곡을 보정하는 방법을 번갈아 가며 상호 재귀적으로 수행하여 왜곡 보정 파라미터를 점진적으로 갱신함을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 3차원 가상 스크린은 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수로 표현되는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 3차원 가상 스크린은 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수를 복합한 형태의 함수로 표현되는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 3차원 가상 스크린은 CRT에서부터 스크린에 투사된 점을 연결하는 직선(전자빔의 궤적)과 왜곡없이 스크린에 투사되었다고 가정되는 투사점에서 상기 궤적과 만나는 점을 이은 가상의 3차원 평면인 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서, 상기 3차원 가상 스크린은 키스톤 왜곡 및 핀쿠션 왜곡을 함께 고려한 가상 스크린 식으로 수학적 모델링되어 있고, 초기화 이후에 역왜곡 영상과 왜곡 보정 영상의 비교 결과에 따라 가상 스크린 수학적 모델링이 갱신되는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 9】

제 1 항에 있어서, 상기 왜곡 정보의 추출 및 왜곡 보정이 홀수번째 프레임 메모리와 짝수번째 프레임 메모리를 이용해서 어느 한쪽이 저장될 때 다른 한쪽은 위핑된 영상을 출력하는 동작을 교대로 반복하는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상 왜곡 보정장치.

【청구항 10】

제 2 항에 있어서, 상기 영상의 보간은 1차원 보간법, 2차원 보간법, 선형 보간법, 최근접 보간법, 3차 보간법 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 11】

제 1 항에 있어서, 상기 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하는 왜곡 보정은 해당 영상에 대하여 블록 단위로 수행됨을 특징으로 하는 3차원 가상 스크린 기반 영상왜곡 보정장치.

【청구항 12】

외부로부터 입력되는 영상신호를 디지털 신호로 처리하는 디지털 영상신호 처리수단, 상기 처리된 디지털 영상신호에 대하여 역왜곡을 수행하는 역왜곡 처리수단, 상기 역왜곡 처리를 위하여 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 마련된 역왜곡 정보를 저장하는 왜곡 보정 메모리수단, 상기 왜곡 보정 메모리 수단의 왜곡 보정 정보를 이용해서 상기 역왜곡 처리된 영상을 스크린에 투사하는 영상 투사수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 투사형 영상 디스플레이 기기.

【청구항 13】

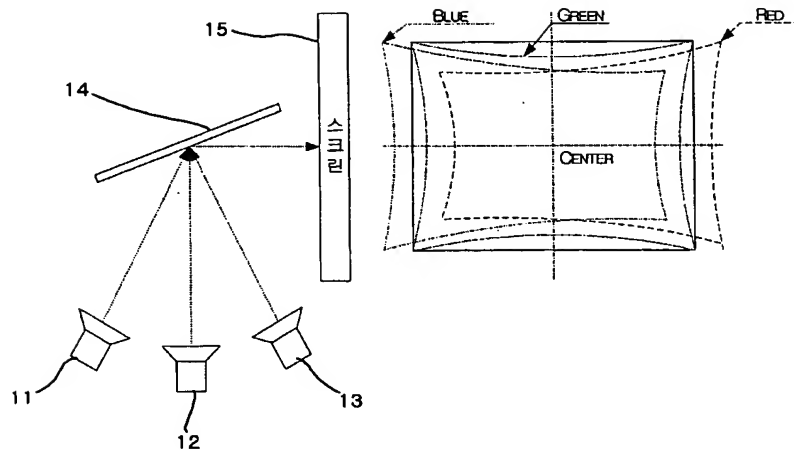
제 12 항에 있어서, 상기 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 마련된 역왜곡 정보는 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수로 표현되는 것을 특징으로 하는 투사형 영상 디스플레이 기기.

【청구항 14】

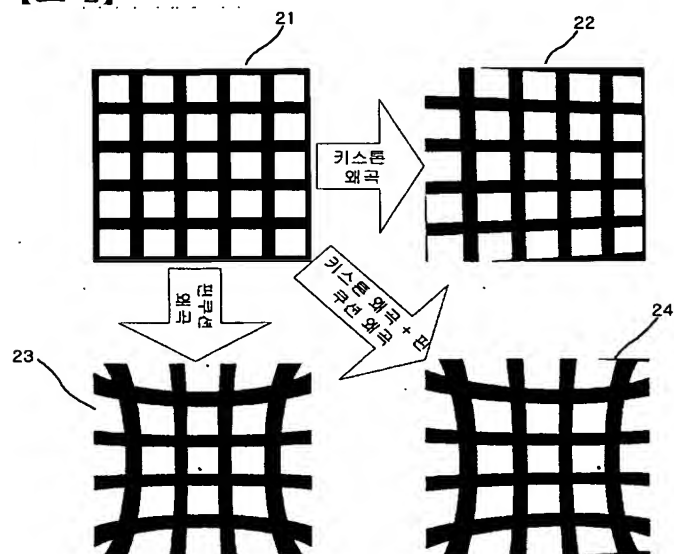
제 12 항에 있어서, 상기 3차원 가상 스크린 기법을 토대로 하여 마련된 역왜곡 정보는 키스톤 왜곡의 가상 스크린 함수와 핀쿠션 왜곡의 가상 스크린 함수를 복합한 형태의 함수로 표현되는 것을 특징으로 하는 투사형 영상 디스플레이 기기.

【도면】

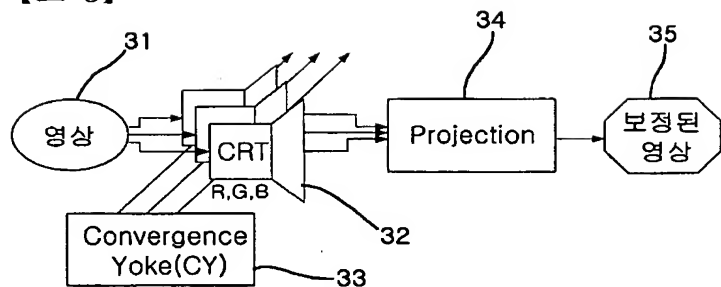
【도 1】



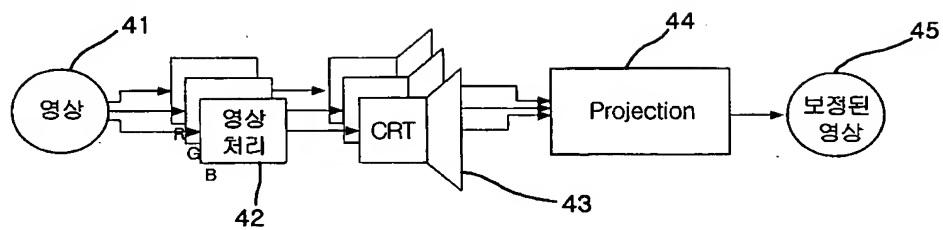
【도 2】



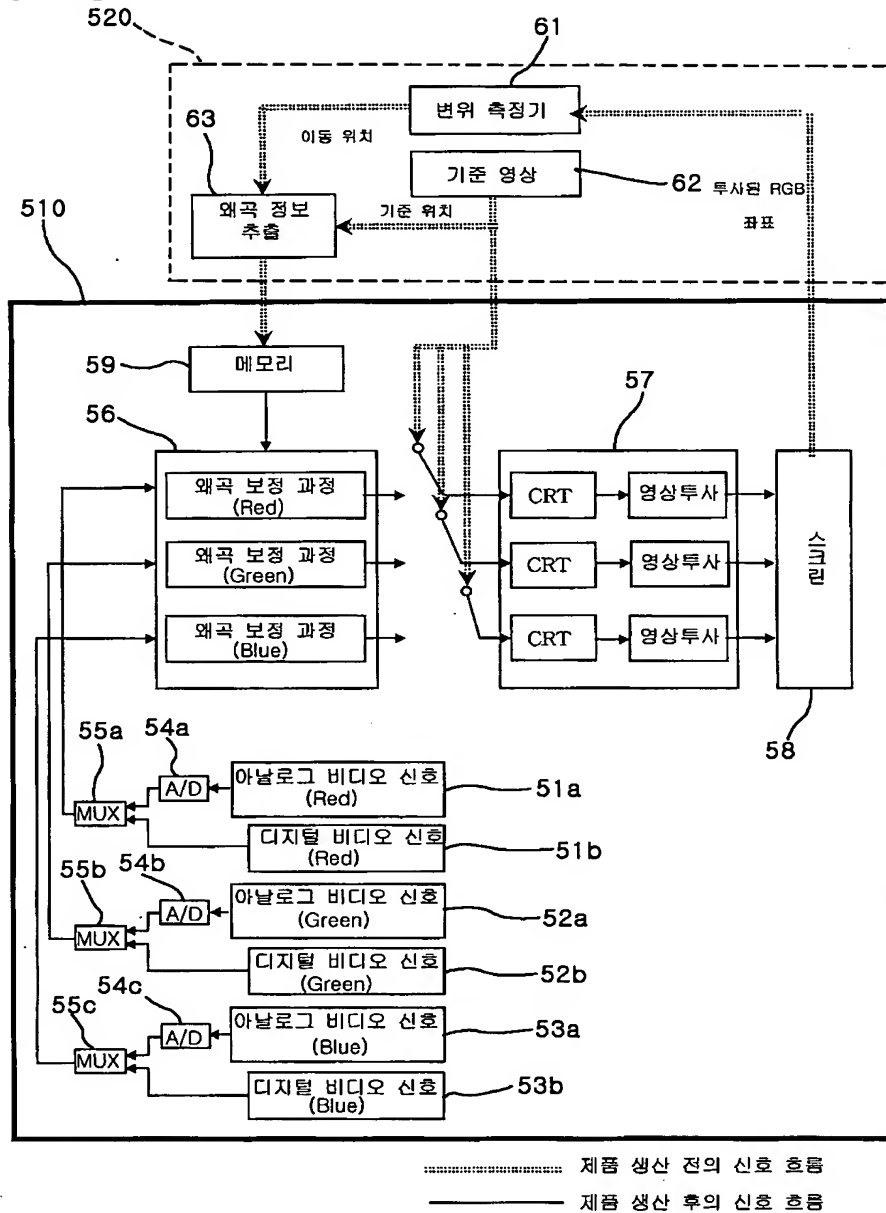
【도 3】



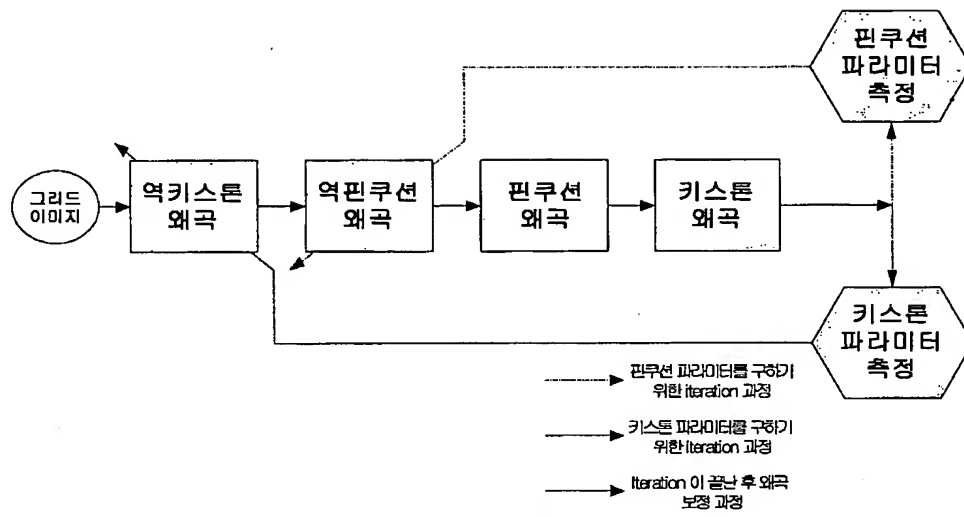
【도 4】



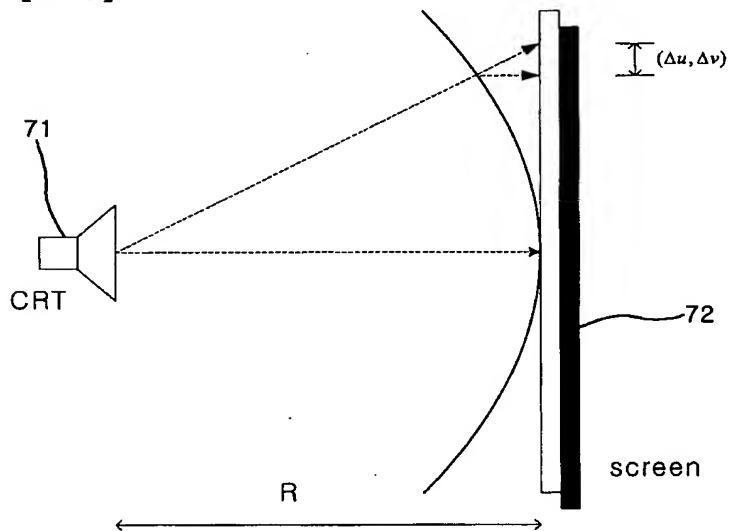
【도 5】



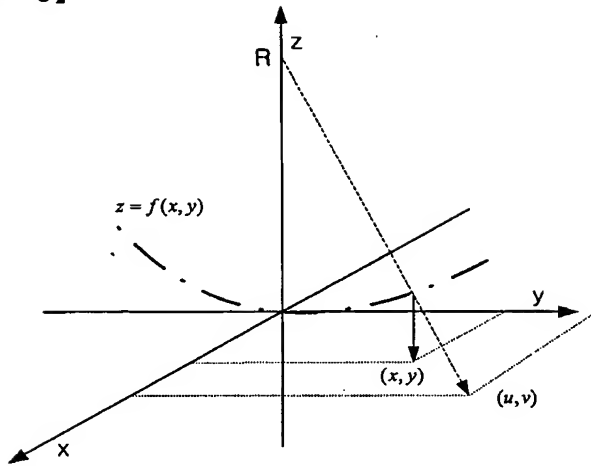
【도 6】



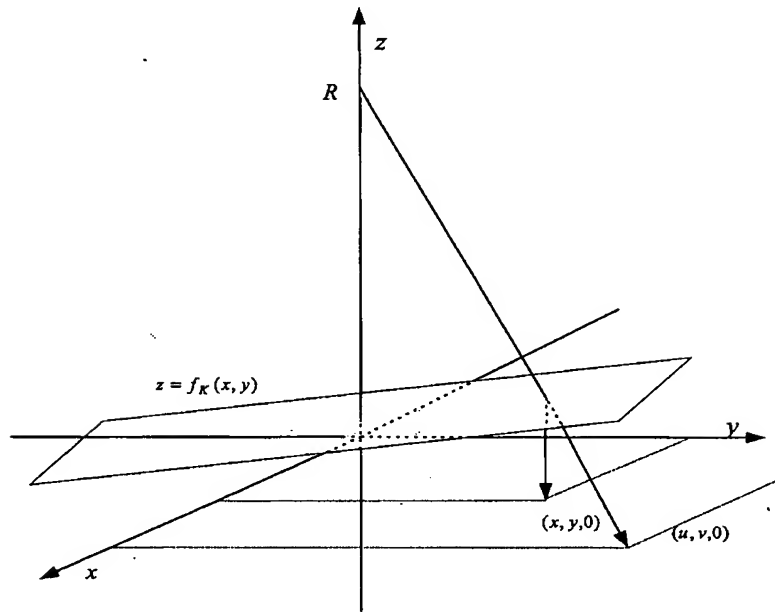
【도 7】



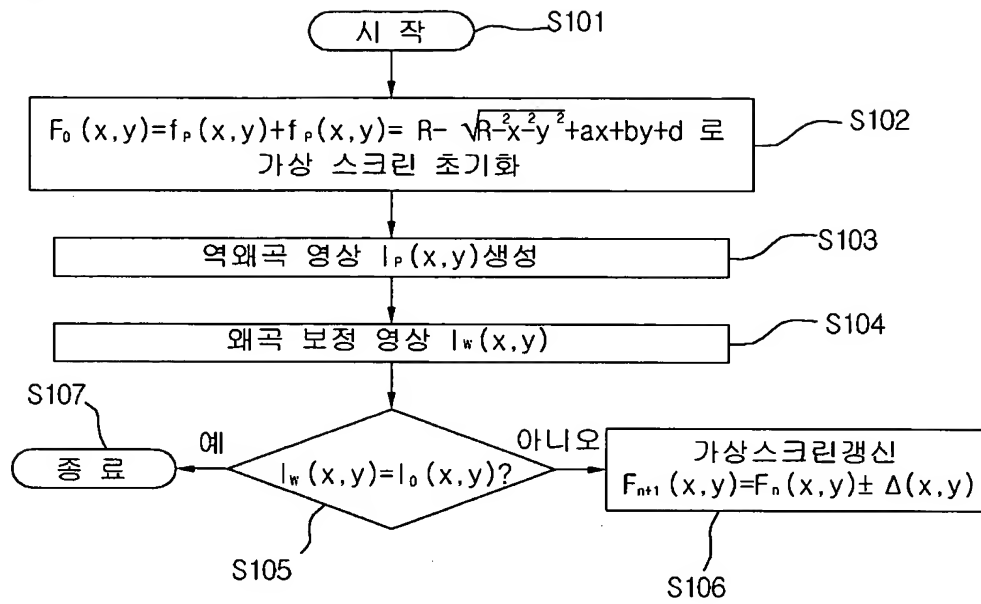
【도 8】



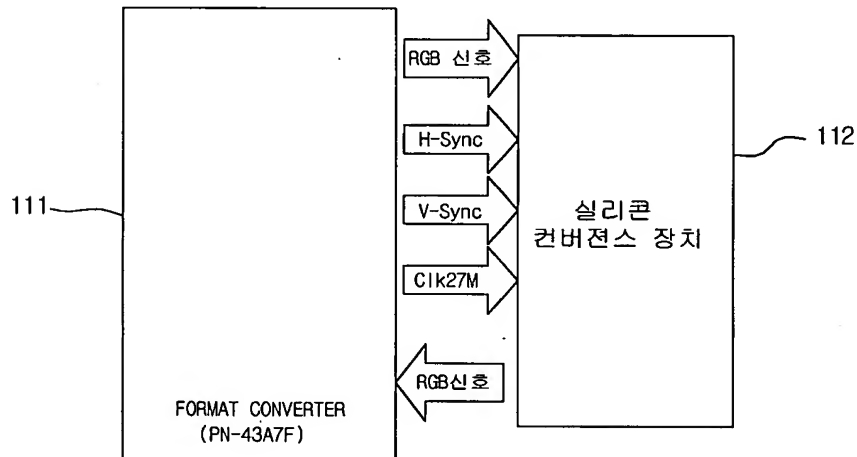
【도 9】

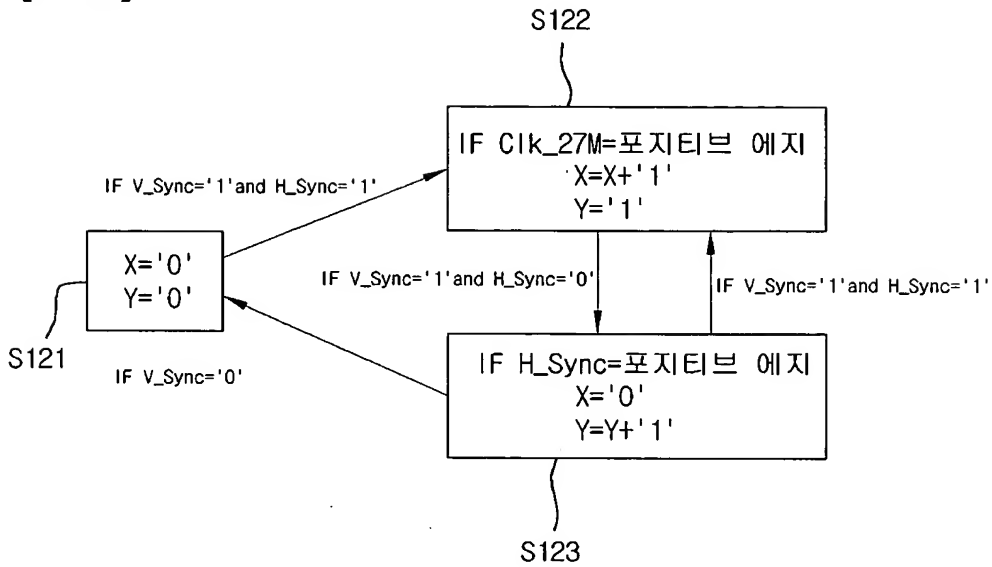


【도 10】

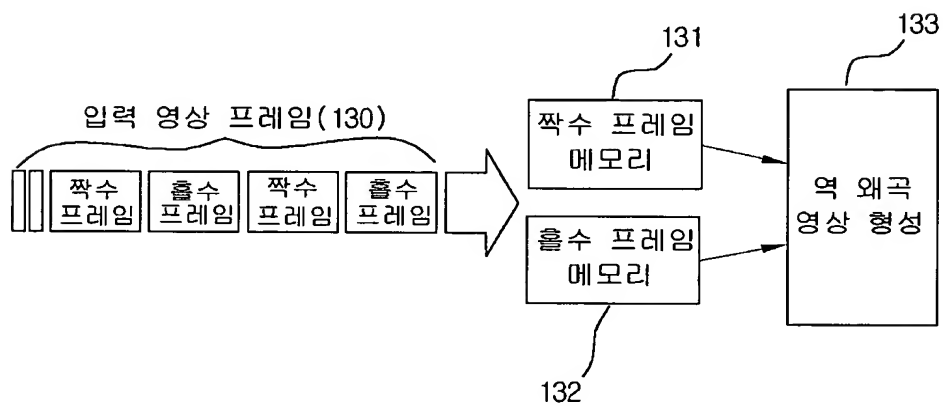


【도 11】

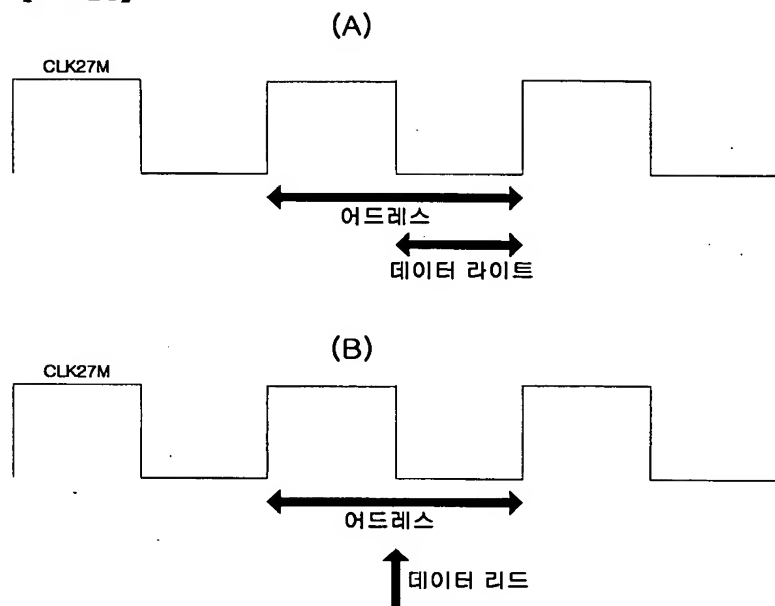




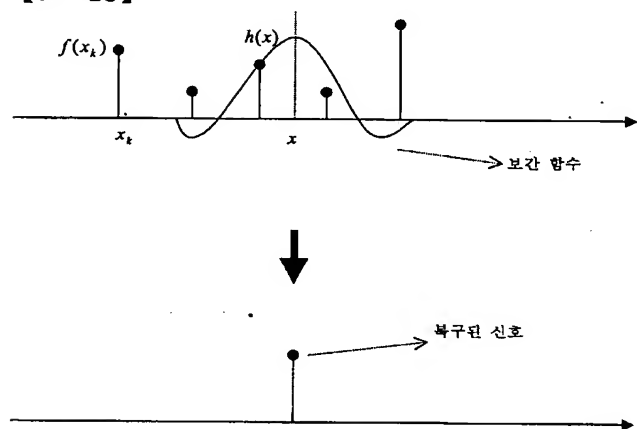
【도 13】



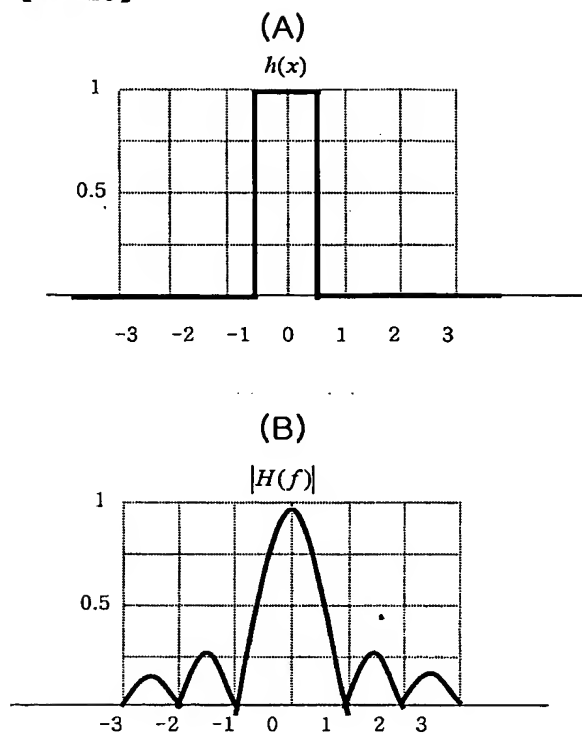
【도 14】



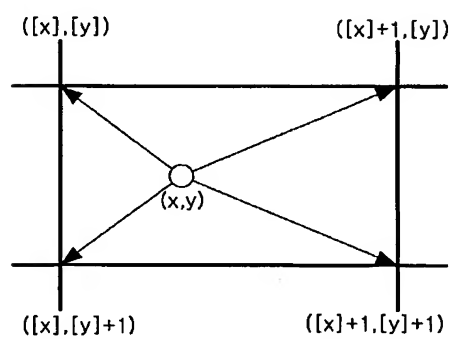
【도 15】



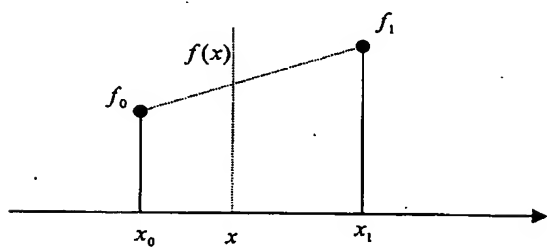
【도 16】



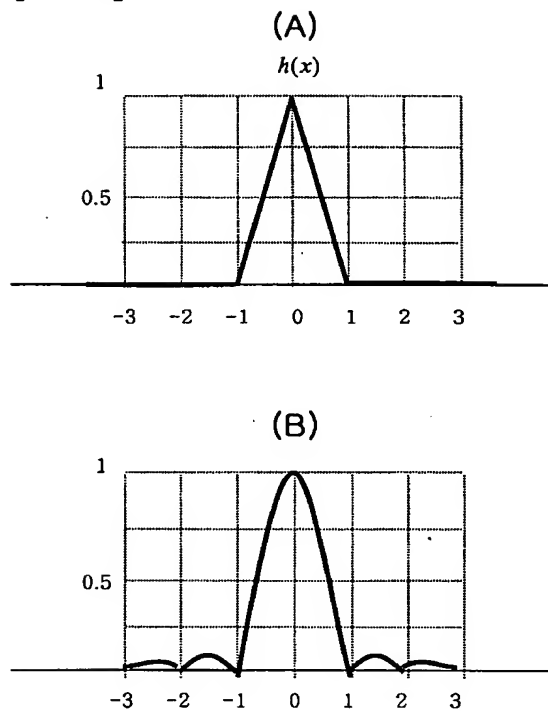
【도 17】



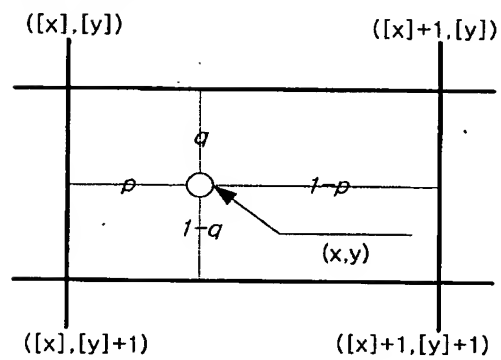
【도 18】



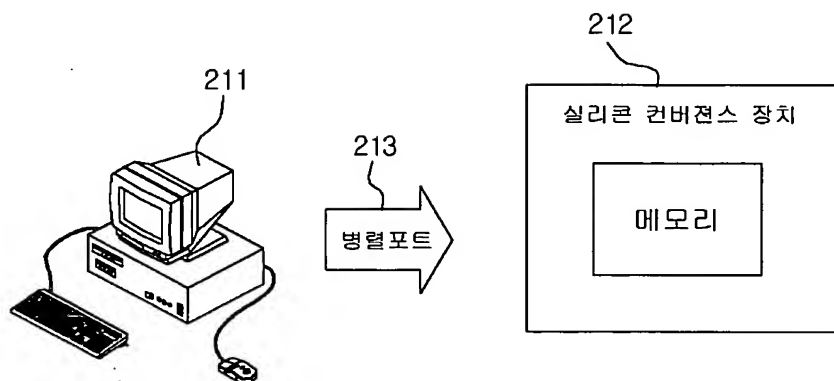
【도 19】



【도 20】



【도 21】



【도 22】



BEST AVAILABLE COPY

【도 23】



BEST AVAILABLE COPY